

**NASKAH ORISINAL**

# Internet of Things (IoT) Smartfarming untuk Pertanian Bawang Merah di Desa Kare, Kabupaten Madiun

Henning Titi Ciptaningtyas<sup>1,\*</sup> | Raden Venantius Hari Ginardi<sup>1</sup> | Aunurohim<sup>2</sup> | Ridho Rahman Hariadi<sup>1</sup> | Achmad Aushaf Amrega Hisyam<sup>1</sup> | Haffif Rasya Fauzi<sup>1</sup> | Muhammad Naufal Pasya<sup>1</sup> | Ilhan Ahmad Syafa<sup>1</sup> | M. Januar Eko Wicaksono<sup>1</sup> | Rehana Putri Salsabilla<sup>1</sup> | Muhammad Harvian Dito Syahputra<sup>1</sup> | Awang Fraditya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Biologi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

**Korespondensi**

\*Henning Titi Ciptaningtyas, Departemen Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia. Alamat e-mail: [henning@its.ac.id](mailto:henning@its.ac.id)

**Alamat**

Departemen Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

**Abstrak**

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil bawang merah terbesar di dunia, namun proses pemeliharaan tanaman bawang merah masih mengalami kendala, terutama dalam hal efisiensi sistem pengairan. Penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) menawarkan solusi yang dapat meningkatkan efisiensi pemeliharaan melalui sistem pemantauan dan pengendalian otomatis. Pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem IoT yang terintegrasi dengan aplikasi *mobile* untuk membantu petani di Desa Kare, Madiun dalam mengelola kebutuhan air tanaman bawang merah secara lebih efektif. Sistem ini menggunakan sensor BME280 yang terhubung ke ESP32 melalui jaringan Wi-Fi untuk memantau suhu dan kelembapan lingkungan, yang selanjutnya digunakan untuk mengendalikan katup *solenoid* guna mengatur pengairan secara otomatis sesuai kebutuhan tanaman. Aplikasi *mobile* dibangun menggunakan *Flutter* dan menyediakan fitur *dashboard* yang memungkinkan petani memantau data secara *real-time*. Pengujian sistem dilakukan melalui *user acceptance testing* dan *device compatibility testing* untuk memastikan integrasi dan kinerja sistem. Hasil Pengabdian masyarakat ini menunjukkan bahwa sistem ini mampu membantu petani dalam pengelolaan irigasi yang efisien dan menjaga kualitas tanaman, sehingga dapat mendukung peningkatan produktivitas serta hasil panen. Temuan ini penting sebagai langkah awal dalam pengembangan pertanian cerdas yang lebih berkelanjutan di Indonesia.

**Kata Kunci:**

Aplikasi *Mobile*, Bawang Merah, Integrasi, *Internet of Things*, *Smart Farming*

## 1 | PENDAHULUAN

### 1.1 | Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris dengan sumber daya alam yang melimpah dan lahan pertanian yang luas. Sektor pertanian, khususnya lahan sawah, memiliki peran penting dalam meningkatkan ketahanan pangan, kesejahteraan petani, serta menjaga kelestarian lingkungan hidup. Pertanian yang berkelanjutan dapat diwujudkan apabila sektor ini berperan aktif dalam pertumbuhan ekonomi Indonesia<sup>[1]</sup>. Menurut data Kementerian Pertanian (2015), Indonesia adalah negara berbasis pertanian dengan kekayaan sumber daya alam dan wilayah pertanian yang sangat luas, yang menjadikannya salah satu negara penghasil bawang merah terbesar di dunia<sup>[2]</sup>. Bawang merah, yang bernilai ekonomi tinggi, banyak dibudidayakan di berbagai daerah, termasuk Desa Kare, Kabupaten Madiun. Namun, para petani bawang merah seringkali menghadapi tantangan dalam pemantauan dan pengelolaan kondisi tanaman yang masih dilakukan secara manual. Pemantauan manual ini membutuhkan waktu, tenaga, dan biaya yang cukup besar serta kurang efisien untuk menjaga kondisi optimal bagi pertumbuhan tanaman.

Dengan perkembangan teknologi, kini tersedia solusi yang dapat membantu petani meningkatkan efisiensi kerja, salah satunya adalah teknologi *Internet of Things* (IoT) yang didukung oleh metode *machine learning* untuk analisis data. *Machine learning* memungkinkan sistem untuk melakukan prediksi berdasarkan data yang diperoleh melalui proses *training* dan *testing*<sup>[3]</sup>. IoT dapat meningkatkan efisiensi pemeliharaan tanaman dengan memantau kondisi lingkungan secara otomatis dan *real-time*, seperti suhu dan kelembapan, serta faktor lain yang memengaruhi tanaman. Dengan pemantauan yang lebih akurat, petani dapat melakukan tindakan tepat waktu guna menjaga kualitas dan produktivitas bawang merah.

Pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem IoT yang berfokus pada pengelolaan pengairan bawang merah secara otomatis berbasis aplikasi *mobile* untuk membantu petani di Desa Kare. Sistem ini merupakan bagian dari konsep *SmartAgriculture*, yaitu sistem pertanian modern yang menggunakan teknologi masa kini untuk menunjang produktivitas maksimal di sektor pertanian<sup>[4][5]</sup>. Dalam sistem ini, sensor BME280 yang terhubung ke mikrokontroler ESP32 berfungsi mengukur suhu dan kelembapan udara yang akan menjadi acuan pengaturan katup solenoid dalam pengairan otomatis. Data dari sensor dikirim melalui jaringan Wi-Fi ke aplikasi *mobile*, memungkinkan petani memantau dan mengontrol kondisi pengairan tanaman dari jarak jauh tanpa memerlukan *platform* pihak ketiga.

Sistem ini diuji melalui *user acceptance testing* dan *device compatibility testing* untuk memastikan bahwa integrasi dan kemudahan penggunaannya sesuai dengan kebutuhan petani. Diharapkan, sistem ini dapat membantu petani mengelola pengairan tanaman secara lebih efektif, menjaga kondisi tanaman, serta meningkatkan produktivitas dan kualitas bawang merah. Inovasi ini diharapkan dapat menjadi langkah awal dalam penerapan teknologi pertanian cerdas di Indonesia, khususnya untuk budidaya bawang merah di wilayah pedesaan.

### 1.2 | Solusi Permasalahan atau Strategi Kegiatan

Pertanian di Indonesia, terutama dalam budidaya bawang merah, menghadapi berbagai tantangan yang signifikan yang dapat menghambat produktivitas dan efisiensi. Sebagai negara agraris dengan wilayah pertanian yang luas dan sumber daya alam yang melimpah, Indonesia memiliki potensi besar untuk menjadi salah satu penghasil bawang merah terbesar di dunia. Namun, kenyataannya, banyak petani masih bergantung pada metode pemantauan dan pengelolaan tanaman yang dilakukan secara manual. Pendekatan tradisional ini sering kali membutuhkan waktu, tenaga, dan biaya yang cukup besar, serta dapat menyebabkan kesulitan dalam menjaga kondisi optimal untuk pertumbuhan tanaman. Selain itu, pemantauan manual juga berisiko tidak akurat dan tidak *real-time*, sehingga dapat mengakibatkan kerugian yang signifikan bagi petani, baik dalam hal kualitas maupun kuantitas hasil panen. Menghadapi tantangan ini, penting untuk mengembangkan solusi inovatif yang dapat membantu petani dalam mengelola lahan pertanian mereka dengan lebih efektif dan efisien. Salah satu solusi yang sangat menjanjikan adalah pengembangan sistem IoT *SmartFarming*. Dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT) dan metode analisis data melalui *machine learning*, sistem ini memungkinkan pemantauan kondisi tanaman secara *real-time* dan otomatis. Hal ini akan memberikan petani kemampuan untuk memantau faktor-faktor pertumbuhan, seperti kadar nutrisi tanah, pH, kelembapan, dan bahkan gejala penyakit secara akurat dan cepat. Data yang dikumpulkan dari sensor-sensor yang terpasang di lahan pertanian akan dikirimkan melalui mikrokontroler ESP32, memungkinkan petani untuk mengakses informasi ini melalui aplikasi *mobile* yang mudah digunakan.

Selain itu, sistem IoT *SmartFarming* ini dirancang untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas bawang merah di Desa Kare, Kabupaten Madiun, dengan memberikan analisis prediktif yang bermanfaat untuk perencanaan budidaya di masa depan. Melalui data historis yang terkumpul, sistem dapat membantu petani memprediksi waktu panen yang optimal serta memperkirakan hasil panen berdasarkan kondisi tanaman yang ada. Untuk memastikan bahwa sistem ini dapat diakses dan digunakan dengan baik oleh petani, dilakukan uji penerimaan pengguna (*user acceptance testing*) dan uji kompatibilitas perangkat (*device compatibility testing*). Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa aplikasi mobile yang dikembangkan dapat berfungsi dengan baik di berbagai perangkat yang dimiliki oleh petani.

Dengan demikian, melalui penerapan sistem IoT *SmartFarming*, diharapkan petani dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas pemantauan kondisi tanaman mereka. Dengan informasi yang lebih akurat dan tindakan yang lebih cepat, risiko kerugian dapat diminimalkan, dan hasil panen dapat ditingkatkan. Inovasi ini tidak hanya bertujuan untuk mengatasi masalah yang ada, tetapi juga menjadi langkah awal dalam penerapan teknologi *smart farming* di Indonesia. Dengan memanfaatkan teknologi modern, diharapkan kesenjangan antara pertanian tradisional dan modern dapat teratasi, sehingga mendukung pertumbuhan sektor pertanian dan perekonomian nasional secara keseluruhan. Implementasi sistem ini akan memberikan dampak positif yang luas, baik bagi petani secara individu maupun bagi sektor pertanian di Indonesia secara keseluruhan. Permasalahan prioritas yang hendak diselesaikan oleh tim pengabdian adalah tentang peningkatan level keberdayaan mitra. Dua aspek kegiatan utama adalah:

### 1.2.1 | Aspek sosial kemasyarakatan: Peningkatan Pengetahuan

Berdasarkan wawancara, pengetahuan yang dibutuhkan adalah tentang metode pemeliharaan tanaman berdasarkan kondisi lingkungan. Sebelum kegiatan abmas ini, petani melakukan perawatan bawang merah hanya berdasarkan insting. Sesudah kegiatan abmas ini, perawatan bawang merah diharapkan lebih optimal karena berdasarkan data konkrit lapangan seperti PH Tanah, kelembapan, unsur NPK, dkk. Solusinya yaitu dengan melakukan edukasi mengenai pemanfaatan teknologi IoT untuk mengenali kondisi lahan pertanian sehingga mengoptimalkan tumbuh kembang tanaman bawang merah. Untuk itu anggota tim pengabdian Bapak Aunurohim dari Biologi ITS sangat tepat menangani permasalahan ini karena sesuai dengan kepakaran beliau.

### 1.2.2 | Aspek produksi: Peningkatan kuantitas produk

Karena masih digarap secara tradisional, maka jumlah panennya terkadang hanya cukup untuk balik modal. Malah kadang gagal panen karena tanaman bawang merah terserang penyakit layu *fusarium* atau moler. Pada kegiatan pengabdian ini akan menghitung jumlah panen sebelum dan sesudah implementasi IoT *Smartfarming*. Diharapkan dengan adanya teknologi ini, kemungkinan gagal panen bisa diminimalisasi. Hasil panen mitra pengabdian yang lalu bisa dilihat di Gambar (1 ). Kuantitas produk sebelum kegiatan abmas adalah 60 kuintal per hektar.

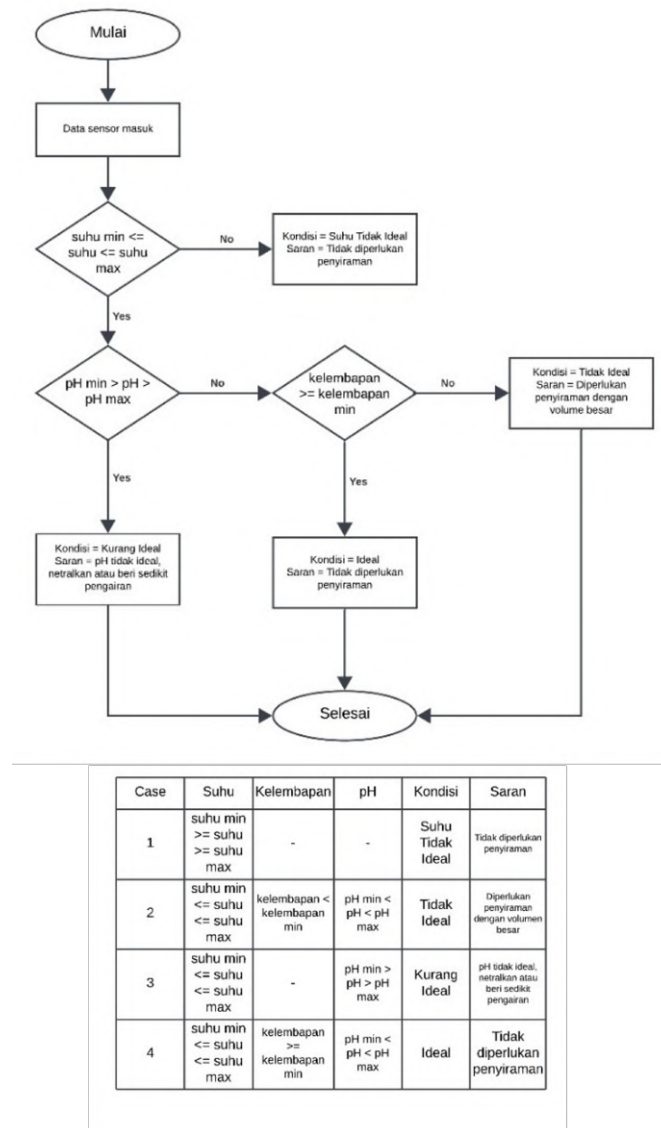


**Gambar 1** Panen bawang merah mitra pengabdian.

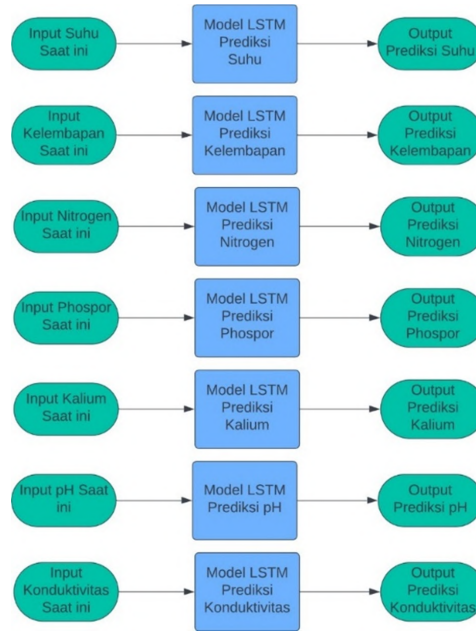
Diharapkan setelah kegiatan abmas dan IoT *Smartfarming* telah diterapkan dengan baik, kuantitasnya meningkat sebesar 10-25%. Solusi dari aspek ini adalah penerapan teknologi IoT *Smartfarming* pada lahan pertanian mitra. Untuk itu anggota tim pengabdian Ibu Henning Titi Ciptaningtyas, Bapak Hari Ginardi dan Bapak Ridho Rahman Hariadi dari Teknologi Informasi ITS sangat tepat menangani permasalahan ini karena sesuai dengan kepakaran.

### 1.2.3 | Penggunaan teknologi IoT untuk meningkatkan kualitas bawang merah

Alat IoT *Smartfarming* yang akan dibangun ditujukan untuk mencegah tumbuhnya jamur fusarium dengan melakukan pengaturan pada pH tanah dan melakukan *monitoring* pada lingkungan sekitar. Data-data yang dibutuhkan akan didapat dari pengawasan kondisi lingkungan sekitar seperti data temperatur, kelembapan, pH tanah dan kelembapan tanah, dari data yang didapatkan akan diolah menggunakan *fuzzy logic* untuk dilakukan aksi berupa penambahan sulfur untuk meningkatkan pH tanah atau tidak. Seluruh tindakan ini akan dikirim ke aplikasi di *smartphone* agar bisa dimonitor secara *real-time* oleh pengguna kapanpun dan dimanapun. Rancangan umum sistem bisa dilihat pada Gambar (2 ) dan (3 ).



Gambar 2 Flowchart Rekomendasi Pengairan menggunakan *Fuzzy system*.



**Gambar 3** Flowchart prediksi untuk rekomendasi pengairan.

### 1.3 | Target Luaran

**Tabel 1** Status Luaran

No	Kategori	Jenis	Status Luaran	Keterangan
1.	Peningkatan Level Keberdayaan Mitra Sasaran	a. Peningkatan Pengetahuan b. Peningkatan kuantitas produk	Dalam proses	a. Pengetahuan tentang metode pemeliharaan tanaman berdasarkan kondisi lingkungan. b. Jumlah panen sebelum dan sesudah implementasi IoT <i>Smartfarming</i> , namun masih belum ada hasil karena tanaman masih berumur 20 hari jadi belum panen.
2.	Rekognisi SKS Mahasiswa	2 mahasiswa minimal 6 sks	Tercapai	Rekognisi berupa SKS Tugas Akhir sebanyak 8 sks oleh 3 mahasiswa yang sudah lulus yaitu; 1. Achmad Aushaf Amrega Hisyam 2. Haffif Rasya Fauzi 3. Muhammad Naufal Pasya Sedangkan untuk 5 mahasiswa yang lain berupa SKS MBKM.
3.	Publikasi Berita pada Media Masa	Elektronik	Published	Media massa Radar Madiun: <a href="https://radarmadiun.jawapos.com/kab-madiun/805244058/canggih-its-luncurkan-inovasi-iot-smart-farming-untuk-pertanian-bawang-merah-di-desa-kare-madiun">https://radarmadiun.jawapos.com/kab-madiun/805244058/canggih-its-luncurkan-inovasi-iot-smart-farming-untuk-pertanian-bawang-merah-di-desa-kare-madiun</a>
4.	Karya Visual	Poster	Tercapai	Poster berukuran 60x160cm dan terbitnya HKI poster.

## 2 | TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 | Studi Literatur

Membuat Rancang Bangun *Smart Irrigation* Berbasis IoT Menggunakan Pendekatan *Fuzzy Logic* Terhadap Tanaman *Allium ascalonicum Linnaeus*. Pengabdian masyarakat ini memecahkan masalah ketersediaan air dengan mengatur katup air yang diukur berdasarkan kondisi tanah dengan kelembaban tanah dan sensor DHT11. Hasil data sensor digunakan untuk mengatur debit air pada irigasi lahan pertanian bawang merah agar dapat dipantau dan diukur sesuai standar (lengkap). Data sensor diklasifikasikan menggunakan logika *Fuzzy*. Hasil percobaan menunjukkan bahwa petani dapat melakukan pemantauan melalui *website* dan lebih presisi dibandingkan pengamatan mata manusia<sup>[6]</sup>.

Menggunakan metode *fuzzy* Takagi-Sugeno digunakan untuk memberikan peringatan kepada pengguna mengenai kondisi lingkungan. Kondisi lingkungan diukur menggunakan pH meter, *soil humidity sensor*, dan *air humidity sensor*. Data dari perangkat-perangkat dikirimkan ke ESP32 master melalui protokol ESP-now, lalu ke *Raspberry Pi* menggunakan MQTT untuk diolah dan ditampilkan pada *dashboard*. Data yang diterima digunakan untuk menghasilkan keputusan dan memberikan peringatan kepada pengguna. Sistem ini juga dapat mengirimkan perintah ke *ESP-Slave-Output* untuk mengeluarkan cairan. Alat ini dilengkapi fitur pendukung, termasuk sistem otomatisasi peringatan dan penyeimbang pH. Sensor-sensor yang digunakan memiliki akurasi tinggi, yaitu 98,36% untuk sensor temperatur BME280, 98,17% untuk sensor kelembapan udara BME280, 96,85% untuk sensor kelembapan tanah, 97,37% untuk sensor pH tanah 1, dan 97,27% untuk sensor pH tanah 2, dengan akurasi rata-rata 97,56%. Alat ini berpotensi mengurangi penyakit layu *fusarium* pada tanaman bawang merah dan dapat dikembangkan untuk tanaman lainnya<sup>[7]</sup>.

Melakukan penelitian yang membahas tentang merancang sistem irigasi dan pemupukan untuk tanaman cabai menggunakan *Fuzzy Logic*. Dalam penelitian ini, implementasi *Internet of Things* (IoT) juga disertakan dimana *node* Wi-Fi digunakan sebagai media koneksi. Pada jurnal ini *fuzzy logic* diimplementasikan sebagai pengontrol dalam sistem ini yang berguna untuk mengatur debit air, larutan alkali dan asam ke dalam tanah untuk mempertahankan kelembapan dan tingkat pH. Aturan *fuzzy* juga diprogram ke dalam Arduino untuk mengatur pompa air dan pembukaan katub. Sistem itu dapat menyimpan data dan menampilkannya di ponsel melalui aplikasi *Blynk*. Sistem ini telah diujicobakan pada tanaman cabai dimana pertumbuhan tanaman terkendali dalam lingkungan yang memiliki kinerja lebih baik dibandingkan dengan metode tradisional<sup>[8]</sup>.

Merancang dan mensimulasikan program *fuzzy logic* dan mensimulasikan menggunakan MATLAB (*Matrix Laboratory*) air. Pada jurnal ini menguraikan tentang tren dan pengembangan sektor pertanian dengan implementasi *expert system*, *fuzzy logic*, dan *artificial intelligence*. Lalu, pada jurnal ini juga mempelajari bagaimana *symbolic logic* akan memecahkan masalah pertanian dan mengembangkan sistem yang masuk akal dengan menggunakan ilmu *computer*, logika matematika dan *artificial intelligence*. Pada jurnal ini juga menerapkan penggunaan logika *fuzzy* yang memecahkan dilema tentang kapan dan berapa lama mengairi sawah. Dengan mengambil faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan sebelum mengairi adalah diambil sebagai *input* ke sistem *fuzzy* yaitu kelembapan tanah, kelembapan relatif, suhu. Masukan ini diberikan ke *Fuzzy Sistem Inferensi Fuzzy* yang memutuskan jumlah katup yang sebenarnya untuk membuka jumlah air yang cukup untuk keluaran<sup>[9]</sup>.

*Fusarium Oxysporum* adalah patogen yang sangat berperan dalam mengurangi tingkat panen kacang kedelai dimana dalam penelitian ini dilakukan isolasi 14 jamur *fusarium* dari 5 pH level yang berbeda dan di inkubasi di 4 temperatur yang berbeda. Penelitian dilakukan pada tanaman kacang kedelai yang ditumbuhkan di media kertas. Hasil dari penelitian ini menemukan bahwa jamur *fusarium* paling optimal tumbuh pada pH 6,2 dan suhu 27,1°C, dan akar tumbuhan akan berada dalam kondisi paling parah pada pH 5.9 dan suhu 30°C. Pengetahuan ini akan sangat berguna dalam menentukan parameter yang akan digunakan dalam *fuzzy logic* untuk memberikan lingkungan yang tidak mendukung tumbuhnya jamur *fusarium*<sup>[10]</sup>.

Fungisida yang digunakan yaitu ekstrak daun sirih, *Trichoderma harzianum*, *Klebsiella pneumoniae* dan *benomyl*. Dari hasil penelitian yang dilakukan mendapatkan bahwa ekstrak daun sirih yang paling efektif menghambat tumbuhnya jamur sebesar 76.11% dibanding fungisida lainnya. Pengetahuan ini dapat digunakan untuk mengembangkan alat dan menambah fungisida<sup>[11]</sup>.

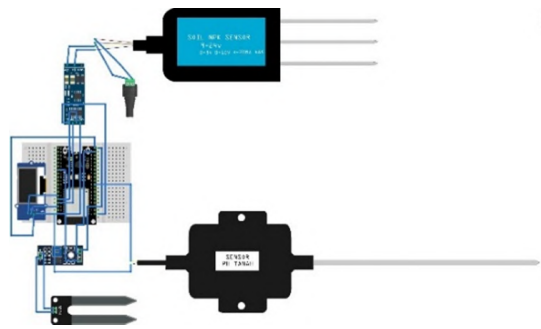


## 2.2 | Konsep Alat *SmartFarming* dan *SmartIrigasi*

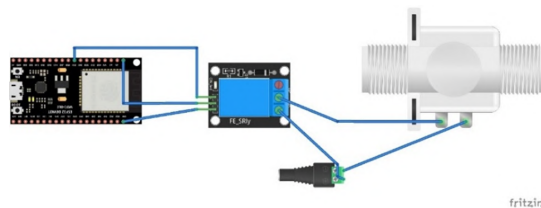
Gambaran IPTEKS yang akan diberikan kepada mitra adalah berupa IoT *Smartfarming* dan *smart irigasi* untuk memantau kondisi lahan pertanian bawang merah. Solusi IoT yang ditawarkan disesuaikan dengan kebutuhan petani bawang akan pemantauan kondisi lahan pertanian bawang merah dan deteksi potensi penyakit bawang. Solusi ini melibatkan:

1. Pengembangan perangkat keras (*hardware*) berupa sensor, aktuator, dan perangkat komunikasi;
2. Pengembangan perangkat lunak (*software*) berupa *platform web*;
3. *Smart system* untuk melakukan analisis kondisi lahan dan pemberian rekomendasi tindak lanjut

Kegunaannya adalah sebagai alat bantu bagi petani bawang merah untuk memantau kondisi lahan dan memberikan tindak lanjut sesuai hasil monitoring kondisi lapangan. Kapasitas pemanfaatan IoT *Smartfarming* masih dalam skala kecil dan terbatas pada lahan tanaman umbi yang siklus hidupnya pendek seperti bawang merah. Kebermanfaatan dari alat ini adalah untuk petani bisa memantau kondisi tanaman Bawang Merah. Sehingga bisa diberi pupuk jika tumbuh kembangnya tidak bagus dan bisa diberi pestisida/ fungisida jika ada kemungkinan penyakit.



**Gambar 4** Desain IoT *SmartFarming*.



**Gambar 5** Desain IoT *SmartIrigasi*.

## 2.3 | Konsep Aplikasi *Mobile*

Dalam penelitian ini, konsep aplikasi *mobile* dikembangkan menggunakan *Flutter*, sebuah *framework* yang mendukung *multi-platform*, termasuk Android, iOS, web, dan *desktop*. *Flutter* dipilih karena kemampuannya dalam menyediakan performa yang mendekati *native*, responsif, serta fitur "*hot reload*" yang memudahkan pengembang dalam melakukan perubahan kode secara cepat tanpa perlu *me-restart* aplikasi. Aplikasi ini dirancang untuk memberikan pengalaman pengguna yang terintegrasi dengan IoT dan *machine learning* untuk pemantauan dan manajemen pertanian bawang merah. Beberapa fitur utama yang akan diimplementasikan meliputi autentikasi pengguna, *dashboard* yang menampilkan ringkasan fitur, manajemen lahan dan penanaman, deteksi penyakit tanaman, serta panduan penggunaan aplikasi.

Untuk mendukung pengolahan data, aplikasi ini menggunakan basis data MariaDB yang di-*deploy* di *platform* IDCloudHost, dengan sistem operasi Ubuntu 24.04 yang dikonfigurasi untuk kebutuhan sistem. MariaDB dipilih karena kemampuannya dalam

menangani banyak pengguna secara bersamaan dan memiliki performa tinggi dengan berbagai *storage engine*. Data yang tersimpan dalam database mencakup informasi pengguna, lahan, penanaman, rekomendasi pengairan dan pemupukan, *log device*, kondisi tanaman, serta data sensor. Data dari perangkat IoT, termasuk sensor dan gambar hasil CCTV, akan diolah secara *real-time* dan dikirimkan untuk dianalisis oleh *machine learning*, memberikan rekomendasi yang akurat untuk pengelolaan pertanian.

## 2.4 | Internet of Things

Istilah IoT, pertama kali digunakan oleh Kevin Ashton dalam presentasinya pada tahun 1998, menjelaskan sebuah layanan informasi global berbasis Internet yang sedang berkembang arsitektur<sup>[12]</sup>. Tujuan dari IoT terdiri dari fasilitasi pertukaran informasi tentang, antara lain, barang-barang dalam jaringan rantai pasok global, yaitu infrastruktur TI harus menyediakan informasi tentang "things" dengan cara yang aman dan dapat diandalkan<sup>[13]</sup>. Dalam ekosistem IoT, perangkat seperti sensor, kamera, aktuator, dan alat lainnya dapat mengumpulkan, mengirim, dan menerima data secara *real-time*, memungkinkan integrasi data dan otomatisasi proses yang efisien. IoT tidak hanya menghubungkan perangkat, tetapi juga memungkinkan mereka untuk mengontrol dan mengotomatisasi berbagai proses dengan menggunakan data yang dikumpulkan dari lingkungan sekitar.

Dalam konteks Pengabdian masyarakat "IoT *SmartFarming* untuk Pertanian Bawang Merah di Desa Kare, Kabupaten Madiun", IoT berperan penting dalam membantu petani bawang merah meningkatkan efisiensi produksi melalui pemantauan kondisi lingkungan secara otomatis. Berbagai sensor yang terpasang di lahan pertanian akan memantau faktor penting seperti kelembaban tanah, suhu, dan kelembaban udara. Data-data ini dikumpulkan oleh perangkat IoT dan dikirimkan secara otomatis ke sistem pusat melalui jaringan WiFi. Di berbagai industri, IoT telah membawa perubahan besar, terutama di bidang pertanian cerdas (*Smart Farming*), di mana teknologi ini digunakan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas dengan cara memantau kondisi lahan secara *real-time*, seperti kelembaban tanah, suhu udara, dan nutrisi tanaman. Dalam konteks pertanian cerdas (*Smart Farming*), teknologi IoT memungkinkan pengumpulan data dari sensor-sensor di lahan, yang kemudian dianalisis untuk memberikan rekomendasi yang lebih baik dalam hal irigasi, pemupukan, dan pengelolaan tanaman secara keseluruhan<sup>[13]</sup>. Perangkat sensor yang terintegrasi dengan IoT mampu mengirimkan data secara langsung ke sistem pusat, dimana data tersebut dianalisis untuk memberikan rekomendasi yang tepat mengenai irigasi, pemupukan, serta deteksi dini penyakit tanaman. Dengan kemajuan IoT, otomatisasi proses pertanian menjadi lebih cerdas dan presisi, memungkinkan petani untuk mengelola lahan dengan lebih efektif, meminimalkan penggunaan sumber daya, dan meningkatkan hasil panen secara signifikan melalui pengambilan keputusan yang didukung oleh data akurat dan berkelanjutan.

## 3 | METODE KEGIATAN

### 3.1 | Tahapan pelaksanaan Abmas

#### 3.1.1 | Sosialisasi

Pada tahap sosialisasi ini, yang akan dilakukan oleh tim pengabdian adalah melakukan edukasi tentang pentingnya pemanfaatan teknologi IoT untuk mengenali kondisi lahan pertanian sehingga mengoptimalkan tumbuh kembang tanaman bawang merah kepada tim mitra. Luaran yang diharapkan pada tahapan ini adalah meningkatnya pengetahuan anggota kelompok tani mitra kegiatan pengabdian tentang pentingnya penggunaan teknologi untuk mengoptimalkan tumbuh kembang tanaman bawang merah. Indikator keberhasilan pada tahap ini adalah meningkatnya pengetahuan anggota kelompok tani mitra, yaitu dibuktikan dengan adanya *pretest* dan *posttest* pasca sosialisasi.

#### 3.1.2 | Pelatihan

Pada tahap ini, yang akan dilakukan oleh tim pengabdian adalah melakukan pelatihan penggunaan alat IoT *Smartfarming* hasil Pengabdian masyarakat tim ITS. Pelatihan ini disertai video tutorial untuk mempermudah pemahaman tim mitra. Luaran yang diharapkan pada tahapan ini adalah mitra pengabdian bisa mengoperasikan dan memahami fitur-fitur yang ada di IoT *Smartfarming*. Indikator keberhasilan pada tahap ini adalah mitra berhasil menggunakan fitur IoT *Smartfarming* tanpa didampingi oleh tim pengabdian.



### 3.1.3 | Penerapan teknologi

Pada tahap ini, yang akan dilakukan oleh tim pengabdian adalah menerapkan teknologi IoT *Smartfarming* pada lahan pertanian bawang merah mitra. Luaran yang diharapkan pada tahapan ini adalah teknologi IoT *Smartfarming* sudah terpasang dengan baik pada lahan pertanian bawang merah mitra. Indikator keberhasilan pada tahap ini adalah IoT *Smartfarming* bisa berjalan dengan baik dan bisa dioperasikan dengan mudah oleh tim mitra.

### 3.1.4 | Pendampingan dan evaluasi

Pada tahap ini, yang akan dilakukan oleh tim pengabdian adalah melakukan pendampingan pasca penerapan teknologi. Satu kali sebulan selama 3 bulan setelah penerapan teknologi, tim pengabdian akan melakukan kontrol terhadap perangkat keras IoT *Smartfarming* ada lahan pertanian bawang merah mitra dan meminta *feedback* dari mitra tentang kendala di lapangan. Evaluasi ini digunakan untuk penyempurnaan alat IoT dan perangkat lunak IoT. Luaran yang diharapkan pada tahapan ini adalah petani tidak memiliki kendala baik dari alat IoT dan maupun penggunaan perangkat lunak IoT. Indikator keberhasilan pada tahap ini adalah alat IoT berjalan dengan baik serta perangkat lunak IoT bisa dioperasikan dengan mudah.

### 3.1.5 | Keberlanjutan program

Pada tahap ini, yang akan dilakukan oleh tim pengabdian adalah memastikan keberlanjutan program setelah tim pengabdian menyelesaikan kegiatan pengabdian. Tim pengabdian membuka layanan *after service* untuk alat IoT dengan garansi 6 bulan setelah kegiatan selesai. Tim pengabdian juga mudah dihubungi jika mitra pengabdian memerlukan perbaikan pada alat IoT. Tim mitra memastikan bahwa yang bisa memahami dan mengoperasikan IoT *Smartfarming* minimal berjumlah 3 orang. Luaran yang diharapkan pada tahapan ini adalah IoT *Smartfarming* tetap digunakan oleh mitra sehingga bisa memudahkan petani memonitor kondisi lahan pertanian bawang. Indikator keberhasilan pada tahap ini adalah 6 bulan setelah kegiatan selesai, alat IoT *Smartfarming* tetap digunakan oleh mitra.

## 3.2 | Perancangan Alat

### 1. Mikrokontroler

ESP32 adalah sebuah mikrokontroler berbasis sistem Wifi dan Bluetooth. Mikrokontroler ini dirancang dengan menggunakan arsitektur *dual-core* Tensilica Xtensa LX6 dengan kecepatan hingga 240 MHz dan dilengkapi berbagai *hardware* yang dapat mendukung kinerja mikrokontroler ini seperti modul sensor, modul jaringan dan lainnya. Mikrokontroler ini akan digunakan sebagai otak dari setiap alat yang akan disebar di lapangan dan sebagai prosesor pengambilan keputusan.



Gambar 6 Mikrokontroler.

### 2. Sensor NPK 7in1

Sensor NPK 7in1 adalah alat yang dirancang untuk mengukur berbagai parameter kualitas tanah, terutama kandungan unsur hara penting seperti *Nitrogen* (N), *Phosphorus* (P), dan *Potassium* (K). Dengan kemampuan untuk mengukur pH tanah, kelembaban, dan suhu, sensor ini memberikan informasi komprehensif mengenai kondisi tanah. Penggunaan sensor ini sangat bermanfaat dalam bidang pertanian dan hortikultura, karena membantu petani dalam mengelola nutrisi tanah secara efisien, sehingga dapat meningkatkan hasil pertanian dan memaksimalkan penggunaan pupuk. Sensor NPK

7in1 juga sering dilengkapi dengan fitur yang memungkinkan pengambilan data secara *real-time*, sehingga memudahkan pengambilan keputusan yang lebih tepat dalam pengelolaan lahan.



**Gambar 7** Sensor NPK 7in1.

### 3. Sensor *Soil Moisture*

Sensor *Soil Moisture* adalah alat yang digunakan untuk mengukur tingkat kelembaban atau kandungan air dalam tanah. Alat ini berfungsi dengan mendeteksi perubahan resistansi atau kapasitansi yang terjadi pada tanah saat kelembaban berubah. Sensor ini sangat penting dalam pertanian, hortikultura, dan pengelolaan taman, karena membantu petani dan tukang kebun dalam memantau kebutuhan air tanaman secara lebih akurat. Dengan informasi *real-time* tentang kelembaban tanah, pengguna dapat mengambil keputusan yang lebih baik mengenai penyiraman, mengurangi pemborosan air, dan meningkatkan kesehatan tanaman. Sensor *Soil Moisture* juga sering terintegrasi dengan sistem otomatisasi untuk pengendalian irigasi yang lebih efisien, sehingga mendukung praktik pertanian yang berkelanjutan.



**Gambar 8** Sensor *Soil Moisture*.

### 4. Sensor PH tanah

Sensor pH tanah adalah perangkat yang dirancang untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan tanah, yang merupakan faktor penting dalam pertumbuhan tanaman. Sensor ini bekerja dengan mendeteksi ion hidrogen dalam tanah dan memberikan pembacaan yang akurat tentang pH tanah. Tingkat pH yang tepat mempengaruhi ketersediaan nutrisi bagi tanaman dan dapat berpengaruh pada kesehatan serta produktivitas tanaman. Dalam praktik pertanian dan hortikultura, sensor pH tanah sangat berguna untuk membantu petani dalam mengelola kondisi tanah, mengoptimalkan penggunaan pupuk, dan memastikan bahwa tanaman mendapatkan nutrisi yang dibutuhkan. Dengan data *real-time* yang dihasilkan, pengguna dapat membuat keputusan yang lebih baik mengenai pengelolaan tanah, sehingga meningkatkan hasil pertanian dan efisiensi dalam penggunaan sumber daya.

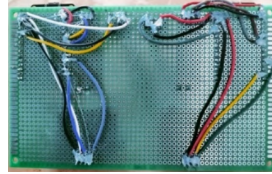


**Gambar 9** Sensor PH tanah.

### 5. Board PCB 1 layer

Board PCB 1 layer adalah papan sirkuit cetak yang terdiri dari satu lapisan konduktif, biasanya terbuat dari tembaga, yang digunakan untuk menghubungkan komponen elektronik. Desain ini merupakan jenis paling sederhana dari PCB, di

mana semua jalur dan koneksi komponen diletakkan pada satu sisi papan. PCB 1 layer sering digunakan dalam proyek-proyek kecil, prototipe, dan aplikasi yang tidak memerlukan kompleksitas tinggi. Kelebihan dari *board* ini adalah biaya produksi yang lebih rendah dan kemudahan dalam desain dan pembuatan. Namun, keterbatasan jumlah jalur dan kemungkinan interferensi antara sinyal menjadi tantangan dalam penggunaannya. Meskipun demikian, PCB 1 *layer* tetap menjadi pilihan populer untuk berbagai aplikasi elektronik yang membutuhkan solusi praktis dan efisien.



**Gambar 10** Board PCB 1 layer.

## 6. Jumper

*Jumper* adalah komponen elektronik yang digunakan untuk menghubungkan dua atau lebih pin atau jalur pada papan sirkuit cetak (PCB). Biasanya berupa kabel pendek dengan konektor di kedua ujungnya, *jumper* memungkinkan pengaturan atau konfigurasi sirkuit dengan mudah tanpa perlu melakukan perubahan permanen pada papan. *Jumper* sering digunakan untuk mengatur mode operasi perangkat, seperti mengubah alamat atau memilih opsi tertentu dalam perangkat keras. Mereka juga digunakan dalam prototyping untuk menguji sirkuit sebelum produksi akhir. Dengan desain yang sederhana dan fleksibel, jumper menjadi alat yang penting dalam pengembangan dan perakitan sistem elektronik, memberikan kemudahan dalam konfigurasi dan pengujian sirkuit.



**Gambar 11** Jumper.

## 7. Kabel isi 2

Kabel isi 2 adalah jenis kabel yang terdiri dari dua inti konduktor, biasanya berbahan tembaga atau aluminium, yang dilapisi dengan isolasi untuk mencegah korsleting dan memberikan keamanan. Kabel ini umumnya digunakan untuk instalasi listrik berdaya rendah atau untuk menghubungkan perangkat elektronik yang memerlukan tegangan kecil, seperti adaptor daya, perangkat audio, atau peralatan kecil dalam sistem otomasi. Dengan konfigurasi dua inti yang sederhana, kabel ini memungkinkan pengiriman arus listrik secara efektif untuk aplikasi yang tidak memerlukan koneksi ground atau sinyal tambahan, membuatnya ideal untuk penggunaan yang sederhana dan efisien.



**Gambar 12** Kabel isi 2.

## 8. Modul *Soil Moisture*

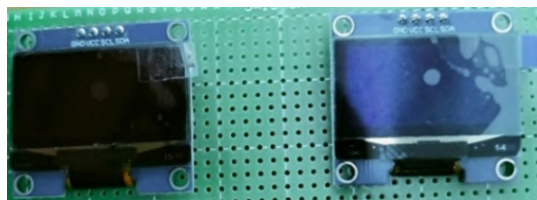
Modul *Soil Moisture* adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur kadar kelembaban atau kandungan air dalam tanah, sehingga memudahkan pengguna dalam memantau kebutuhan air pada tanaman. Modul ini biasanya terdiri dari *sensor* yang mendeteksi perubahan resistansi atau kapasitansi pada tanah, yang berbanding lurus dengan tingkat kelembaban. Hasil pembacaan dari modul ini dapat ditampilkan dalam bentuk data digital yang memungkinkan pemantauan secara *real-time*. Modul *Soil Moisture* banyak digunakan dalam pertanian dan hortikultura, membantu petani untuk mengetahui kapan waktu yang tepat untuk menyiram tanaman, sehingga mengurangi pemborosan air dan mendukung praktik pertanian berkelanjutan. Beberapa modul juga dapat dihubungkan ke sistem otomatisasi irigasi untuk pengelolaan air yang lebih efisien dan akurat.



**Gambar 13** Modul *Soil Moisture*.

## 9. Oled 1.3 inch

OLED 1.3 inch adalah layar kecil berbasis teknologi *Organic Light-Emitting Diode* (OLED) dengan ukuran diagonal 1.3 inch. Layar ini memiliki kemampuan menampilkan grafis dengan kontras tinggi, ketajaman warna, dan efisiensi energi yang lebih baik dibandingkan dengan layar LCD konvensional, karena setiap piksel OLED memancarkan cahayanya sendiri tanpa memerlukan lampu latar (*backlight*). Dengan resolusi yang bervariasi, biasanya di kisaran 128x64 piksel, layar ini cocok digunakan untuk menampilkan informasi singkat seperti data sensor, status perangkat, atau grafik sederhana dalam proyek elektronik dan IoT. Ukurannya yang kecil dan konsumsi daya rendah menjadikan OLED 1.3 inch pilihan yang ideal untuk perangkat portabel atau sistem dengan ruang terbatas.



**Gambar 14** Oled 1.3 inch.

## 10. Kabel Step Up 12

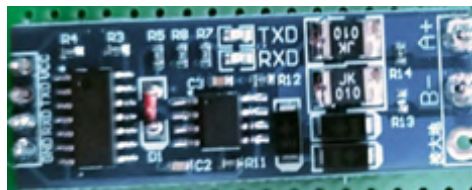
Kabel Step Up 12 adalah kabel yang dilengkapi dengan modul konverter tegangan untuk meningkatkan (*step-up*) tegangan input menjadi 12 volt pada *output*. Kabel ini umumnya digunakan untuk perangkat elektronik yang membutuhkan tegangan lebih tinggi dari sumber daya yang tersedia, misalnya saat menggunakan *power bank* atau sumber daya USB 5V untuk menyalakan perangkat yang memerlukan 12V. Konverter di dalam kabel ini memastikan pengaturan dan stabilisasi tegangan agar tetap pada level 12V, sehingga perangkat yang terhubung dapat berfungsi dengan optimal tanpa risiko kerusakan. Kabel Step Up 12 sangat berguna dalam aplikasi portabel dan sistem darurat yang membutuhkan fleksibilitas sumber daya.



**Gambar 15** Kabel Step Up 12.

## 11. Modul RS485 to TTL

Modul RS485 to TTL adalah perangkat konverter yang mengubah sinyal komunikasi RS485 menjadi sinyal TTL (*Transistor-Transistor Logic*), memungkinkan kompatibilitas antara perangkat yang menggunakan protokol komunikasi RS485 dengan mikrokontroler atau perangkat lain yang beroperasi pada level tegangan TTL, seperti Arduino atau ESP32. RS485 adalah standar komunikasi yang sering digunakan dalam sistem industri karena mendukung transmisi data jarak jauh dan dapat menghubungkan beberapa perangkat pada satu jaringan dengan kecepatan tinggi. Modul ini berfungsi sebagai jembatan, mengonversi sinyal RS485 yang berbeda dalam tegangan dan format data menjadi sinyal TTL yang sesuai, sehingga memudahkan integrasi antar perangkat dalam sistem IoT atau aplikasi berbasis mikrokontroler.



**Gambar 16** Modul RS485 to TTL.

## 4 | HASIL DAN DISKUSI

### 4.1 | Skema Rangkaian Desain

#### 1. *Collect Data* (Pengumpulan Data)

Data diambil dari sensor NPK yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32. Sensor ini mengukur kandungan unsur hara dalam tanah, seperti *Nitrogen* (N), *Phosphorus* (P), dan *Potassium* (K), yang penting untuk pertumbuhan tanaman.

#### 2. *Data Transmission* (Pengiriman Data)

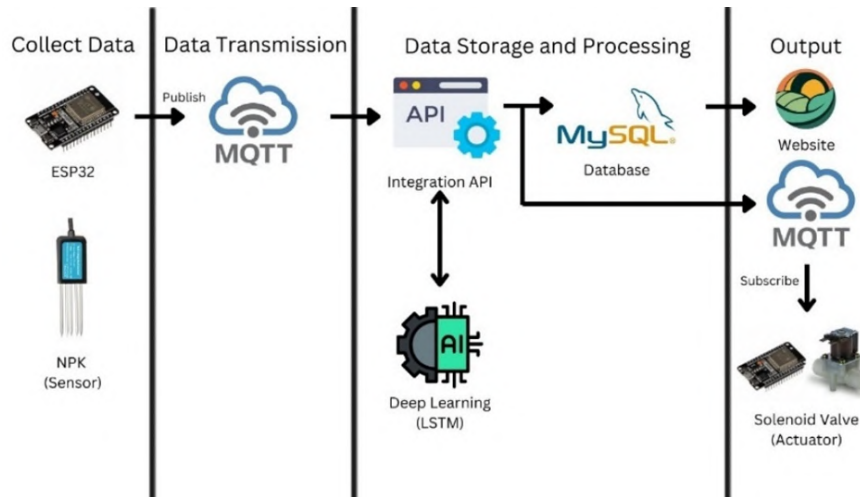
Data yang dikumpulkan oleh ESP32 dikirim melalui protokol MQTT ke server. MQTT adalah protokol komunikasi yang ringan dan cocok untuk pengiriman data dalam sistem IoT. ESP32 bertindak sebagai pengirim (*publish*) dalam sistem ini.

#### 3. *Data Storage and Processing* (Penyimpanan dan Pemrosesan Data)

Data yang dikirim melalui MQTT diterima oleh API yang terintegrasi dengan database MySQL untuk menyimpan data hasil pengukuran. Data ini kemudian diproses menggunakan model *deep learning* berbasis LSTM (*Long Short-Term Memory*) untuk memprediksi kondisi tanah dan kebutuhan nutrisi tanaman di masa mendatang.

#### 4. *Output*

Hasil pemrosesan data disimpan di database MySQL dan dapat diakses melalui *website* untuk *monitoring* oleh petani. Selain itu, *output* dikirim melalui MQTT ke aktuator, seperti *Solenoid Valve*, yang berfungsi sebagai pengatur irigasi otomatis. *Solenoid Valve* berperan sebagai penerima (*subscribe*) yang akan mengatur pengairan berdasarkan kondisi tanah yang dianalisis. Gambar rangkaian dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



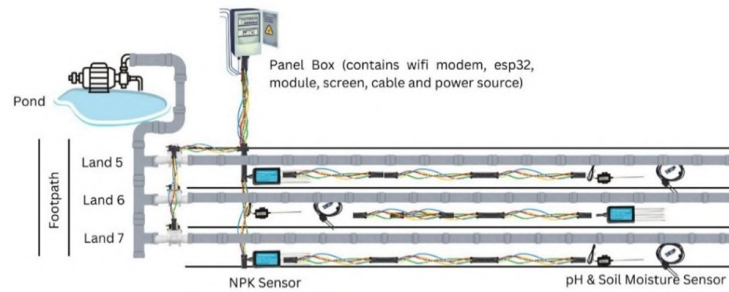
**Gambar 17** Desain sistem secara keseluruhan.

## 4.2 | Skema Implementasi Lapangan

Implementasi sistem IoT untuk SmartFarming yang diterapkan pada pertanian bawang merah di Desa Kare, Kabupaten Madiun menggunakan komponen rangkaian seperti berikut:

1. *Panel Box*: Terdapat *panel box* yang berisi modem WiFi, modul ESP32, layar, kabel, dan sumber daya. Komponen ini berfungsi sebagai pusat kontrol yang menghubungkan sensor-sensor di lahan pertanian dengan jaringan internet. Dengan adanya WiFi dan ESP32, data dari sensor dapat dikirimkan ke *server* atau aplikasi yang memonitor kondisi lahan secara *real-time*.
2. Pompa Air di Kolam: Sistem ini dilengkapi dengan pompa yang terhubung ke kolam air. Pompa tersebut memungkinkan pengairan otomatis ke lahan bawang merah berdasarkan data yang diterima dari sensor kelembapan tanah. Jika kelembapan tanah di bawah tingkat optimal, sistem dapat memerintahkan pompa untuk menyalurkan air ke lahan.
3. Sensor NPK: Pada gambar, terlihat ada beberapa sensor NPK yang terpasang di berbagai bagian lahan. Sensor ini berfungsi untuk mengukur kadar nutrisi utama dalam tanah (Nitrogen, Phosphorus, dan Kalium). Informasi ini penting untuk memastikan tanaman mendapatkan nutrisi yang cukup dan untuk mengoptimalkan pemberian pupuk.
4. Sensor pH dan Kelembapan Tanah (*Soil Moisture Sensor*): Sensor ini ditempatkan di lahan untuk memantau tingkat keasaman (pH) dan kelembapan tanah. Tingkat pH yang sesuai penting untuk pertumbuhan bawang merah, sementara kelembapan tanah yang dipantau dapat mencegah kondisi tanah yang terlalu kering atau terlalu basah.
5. Penghubung Antarlahan: Terdapat beberapa lahan, seperti Land 5, Land 6, dan Land 7, yang masing-masing dilengkapi dengan rangkaian sensor dan pipa yang terhubung ke sistem utama. Ini memungkinkan pemantauan setiap lahan secara independen dan memastikan bahwa setiap lahan mendapatkan perawatan yang dibutuhkan secara spesifik.
6. *Footpath* (Jalan Setapak): Adanya jalan setapak di antara lahan untuk memudahkan akses fisik ke tiap bagian lahan tanpa merusak sistem atau tanaman. Skema dapat dilihat pada Gambar (18 ).

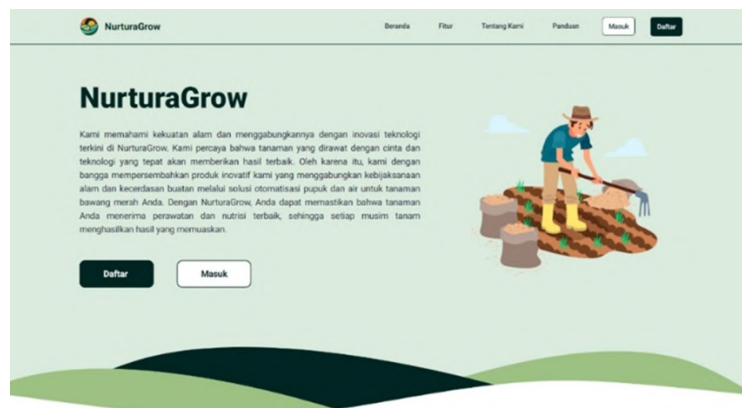




**Gambar 18** Skema Implementasi Lapangan.

### 4.3 | Hasil Desain Website

*Landing page NurturaGrow* ini memperkenalkan visi dan misi aplikasi yang menggabungkan teknologi dengan alam untuk mendukung pertanian, terutama dalam pemeliharaan tanaman bawang merah. Pada bagian tengah, terdapat teks yang menjelaskan bagaimana *NurturaGrow* membantu petani melalui solusi otomatisasi pemupukan dan irigasi berbasis kecerdasan buatan. Hal ini memastikan tanaman mendapatkan nutrisi yang optimal di setiap musim tanam.

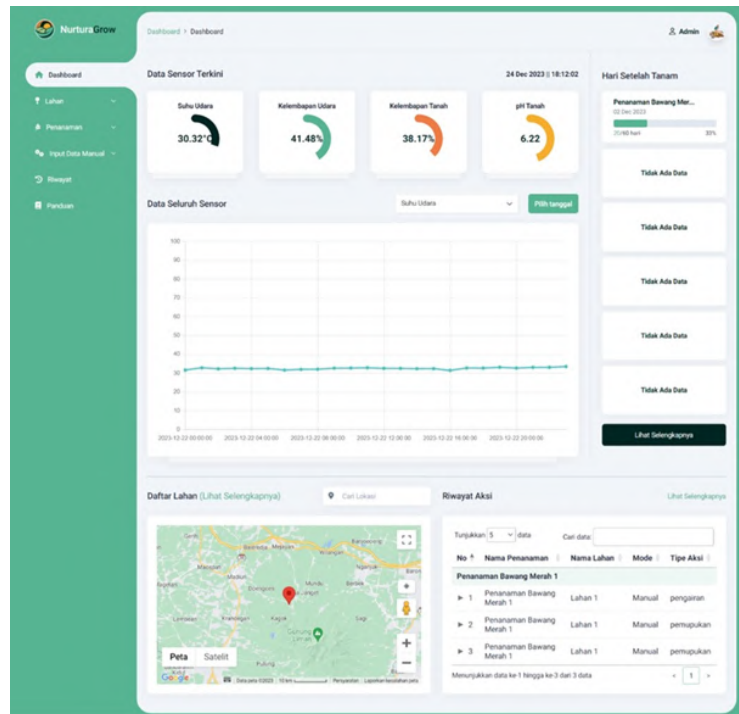


**Gambar 19** Desain *Landing Page*.

Di bawah teks utama, terdapat dua tombol utama, yaitu Daftar dan Masuk, yang memudahkan pengguna baru untuk mendaftar atau pengguna lama untuk masuk ke dalam aplikasi. Navigasi pada bagian atas mencakup berbagai halaman penting seperti Beranda, Fitur, Tentang Kami, dan Panduan, memudahkan pengguna menjelajahi aplikasi.

*Dashboard* ini adalah antarmuka aplikasi *NurturaGrow* yang menampilkan data pemantauan pertanian secara *real-time*. Berikut adalah penjelasan dari masing-masing bagian yang ada:

1. Data Sensor Terkini: Menampilkan data suhu udara, kelembapan udara, kelembapan tanah, dan pH tanah dalam bentuk kartu. Masing-masing kartu memperlihatkan nilai terbaru dari setiap parameter, memberikan gambaran kondisi lingkungan lahan pertanian.
2. Grafik Data Sensor: Grafik ini memvisualisasikan data sensor dari waktu ke waktu. Pengguna dapat memilih jenis data (misalnya suhu udara) dan tanggal untuk melihat tren historisnya.
3. Hari Setelah Tanam: Menunjukkan hari ke berapa setelah penanaman dimulai dan memberikan persentase waktu hingga masa panen. Ini membantu petani dalam memantau jadwal penanaman dan waktu panen.



Gambar 20 Desain Dashboard Page.

- Daftar Lahan: Terdapat peta interaktif yang menunjukkan lokasi lahan yang dipantau. Pengguna dapat mencari lokasi spesifik untuk memudahkan identifikasi lahan.
- Riwayat Aksi: Menyajikan riwayat tindakan atau kegiatan yang dilakukan pada lahan, seperti pengiran dan pemupukan. Setiap tindakan tercatat dengan informasi nama penanaman, nama lahan, mode (manual atau otomatis), dan tipe aksi.

## 5 | KEBERLANJUTAN

Dalam evaluasi pelaksanaan program IoT *Smartfarming* untuk pertanian bawang merah di Desa Kare, terdapat beberapa hal yang masih memerlukan pengembangan dan pelaksanaan lanjutan. Program ini telah berhasil melakukan implementasi awal sistem pemantauan lahan dan pengendalian otomatisasi penyiraman berbasis sensor, namun beberapa komponen yang direncanakan, seperti sistem prediksi kondisi tanah dan fitur rekomendasi pemupukan otomatis, belum sepenuhnya diimplementasikan. Fitur-fitur ini sangat penting untuk mendukung keberlanjutan program, karena keduanya dirancang untuk memberikan rekomendasi yang lebih akurat terkait kebutuhan pemupukan dan perawatan lahan sesuai dengan kondisi pertanian yang dinamis.

Ke depan, pengembangan lebih lanjut akan difokuskan pada integrasi algoritma *machine learning* untuk memproses data tanah secara *real-time*, sehingga dapat menghasilkan prediksi yang relevan bagi petani. Selain itu, program pelatihan lanjutan juga perlu diselenggarakan agar mitra memiliki pemahaman yang lebih mendalam mengenai pemanfaatan teknologi ini dan mampu mengoperasikannya secara mandiri. Dengan pelaksanaan yang berkesinambungan dan pengembangan berkelanjutan, program IoT *Smartfarming* ini diharapkan mampu menjadi model yang dapat diterapkan pada berbagai wilayah pertanian lain di Indonesia.

## 6 | KESIMPULAN DAN SARAN

## 6.1 | Kesimpulan

Kegiatan pengabdian masyarakat yang telah dilaksanakan oleh tim dalam rangka mendukung petani bawang merah di Desa Kare, Kabupaten Madiun, mencakup serangkaian tahapan mulai dari survei lokasi, perakitan teknologi IoT *Smartfarming* yang disesuaikan dengan kondisi lahan mitra, hingga implementasi langsung di lahan tersebut. Survei awal di lokasi bertujuan untuk memahami kondisi dan kebutuhan lahan sehingga perangkat IoT *Smartfarming* dapat dirancang dan dirakit sesuai dengan karakteristik lahan pertanian mitra. Setelah perakitan selesai, teknologi ini kemudian diterapkan di lahan petani dan melalui mitra tahap pengujian serta evaluasi untuk memastikan teknologi dapat berfungsi optimal dan sesuai dengan tujuan yang diharapkan.

Selain itu, tim telah memberikan pelatihan intensif kepada mitra agar teknologi ini dapat dioperasikan dengan baik oleh petani, membantu mereka dalam pemantauan lahan, serta meningkatkan efisiensi perawatan tanaman. Publikasi kegiatan juga dilakukan melalui media massa, poster, dan video untuk meningkatkan kesadaran masyarakat serta menyebarkan hasil pengabdian. Di sisi akademis, tim menulis artikel untuk publikasi jurnal nasional guna mendokumentasikan dan membagikan pengalaman serta manfaat dari implementasi teknologi IoT dalam bidang pertanian. Keseluruhan kegiatan ini dirangkum dalam laporan kegiatan pengabdian, mencatat semua tahapan dan hasil yang telah dicapai. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa teknologi ini telah membawa manfaat yang signifikan bagi para petani dalam mengelola lahan secara lebih efisien dan produktif.

## 6.2 | Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan untuk mengimplementasikan fitur prediksi kondisi tanah serta rekomendasi pemupukan yang lebih terperinci. Fitur prediksi kondisi tanah dapat memanfaatkan algoritma *machine learning*, seperti LSTM yang telah terbukti memiliki akurasi yang baik dalam memprediksi kondisi lingkungan. Dengan menggunakan data historis dari sensor kelembaban tanah, suhu udara, dan kelembaban udara, model prediktif ini akan mampu memberikan perkiraan tentang kondisi tanah yang mungkin terjadi dalam jangka waktu tertentu. Informasi prediksi ini akan membantu petani dalam melakukan tindakan preventif dan meminimalkan risiko terhadap tanaman, terutama di musim kemarau.

Selain itu, pengembangan rekomendasi pemupukan berbasis *machine learning* akan mendukung penerapan Standar Operasional Prosedur (SOP) pemupukan yang lebih efisien, dengan memperhitungkan faktor-faktor seperti fase pertumbuhan dan tinggi tanaman bawang merah. Dengan demikian, teknologi IoT *Smartfarming* ini tidak hanya mengotomatisasi penyiraman dan pemupukan, tetapi juga memberikan panduan yang lebih presisi berdasarkan analisis data prediktif dan SOP pemupukan yang sesuai. Implementasi kedua fitur ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi lahan, mendukung keberlanjutan sumber daya, serta mengoptimalkan hasil panen bagi petani bawang merah di Desa Kare dan sekitarnya.

## 7 | UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh tim yang telah bekerja keras dan berkolaborasi dengan luar biasa dalam proyek ini. Tak lupa, kami juga berterima kasih kepada bapak khamdani selaku pemilik lahan dan bapak supriadi selaku penanggungjawab yang telah memberikan izin dan mendukung pelaksanaan proyek ini di lahannya, sehingga implementasi teknologi dapat berjalan dengan lancar. Proyek ini juga tidak akan mungkin terlaksana tanpa bantuan pendanaan yang kami terima. Oleh karena itu, kami berterima kasih kepada DRTPM, Kemdikbudristek, atas dukungan dana dengan nomor kontrak:

1. No. Induk: 007/E5/PG.02.00/PM.BATCH.2/2024, 31 Juli 2024
2. No. Turunan: 2653/PKS/ITS/2024, 02 Agustus 2024

Sekali lagi, terima kasih atas semua dukungan dan kesempatan yang diberikan, yang telah memungkinkan kami untuk berkontribusi nyata dalam pengembangan teknologi pertanian bagi masyarakat.

## Referensi

1. Kusumaningrum SI. Pemanfaatan sektor pertanian sebagai penunjang pertumbuhan perekonomian indonesia. *Transaksi* 2019;11(1):80–89.

2. Deperiky D, Santosa RAH, et al. Sinergi supply chain yang efektif: literature review agroindustri bawang merah di Sumatera Barat. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 2019;29(2).
3. Roihan A, Sunarya PA, Rafika AS. Pemanfaatan machine learning dalam berbagai bidang. *Jurnal Khatulistiwa Informatika* 2020;5(1):490845.
4. Zanofo AP. Penerapan Bluetooth Untuk Gerbang Otomatis. *Jurnal Portal Data* 2021;1(2).
5. Yuliana Y, Paradise P, Kusri K. Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Ispa Menggunakan Metode Naive Bayes Classifier Berbasis Web. *CSRID (Computer Science Research and Its Development Journal)* 2021;10(3):127.
6. Ciptaningtyas HT, Sabilla IA, Haqqi MI. IoT-based Smart Irrigation for *Allium ascalonicum* using Fuzzy Logic. In: 2023 Eighth International Conference on Informatics and Computing (ICIC) IEEE; 2023. p. 1–6.
7. Ciptaningtyas HT, Hariadi RR, Nathaniel K. Sistem Monitoring Pencegahan Layu *Fusarium* pada Tanaman *Allium ascalonicum* berbasis IoT Menggunakan Fuzzy Logic. *Jurnal Teknik ITS* 2023;12(3):A239–A244.
8. Pezol NS, Adnan R, Tajjudin M. Design of an internet of things (iot) based smart irrigation and fertilization system using fuzzy logic for chili plant. In: 2020 IEEE International Conference on Automatic Control and Intelligent Systems (I2CACIS) IEEE; 2020. p. 69–73.
9. Khatri V. Application of Fuzzy logic in water irrigation system. *Int Res J Eng Technol* 2018;5(4):3372.
10. Cruz DR, Leandro LF, Munkvold GP. Effects of temperature and pH on *Fusarium oxysporum* and soybean seedling disease. *Plant disease* 2019;103(12):3234–3243.
11. Apriani L, Suprpta DN, Temaja I. Uji efektivitas fungisida alami dan sintetis dalam mengendalikan penyakit layu *Fusarium* pada tanaman tomat yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika* 2014;3(3):137–147.
12. Weber RH. Internet of things–Need for a new legal environment? *Computer law & security review* 2009;25(6):522–527.
13. Wu M, Lu TJ, Ling FY, Sun J, Du HY. Research on the architecture of Internet of Things. In: 2010 3rd international conference on advanced computer theory and engineering (ICACTE), vol. 5 IEEE; 2010. p. V5–484.

**Cara mengutip artikel ini:** Ciptaningtyas, H.T., Ginardi, R.V.H., Aunurohim, Hariadi, R.R., Hisyam, A.A.A., Fauzi, H.R., Pasya, M.N., Syafa, I.A., Wicaksono, M.J.E., Salsabilla, R.P., Syahputra, M.H.D., Fraditya, A., (2024), IoT *SmartFarming* untuk Pertanian Bawang Merah di Desa Kare, Kabupaten Madiun, *Sewagati*, 9(2):310–327, <https://doi.org/10.12962/j26139960.v9i2.2339>.